

DER EINFLUSS KOHLEHYDRATREICHER FORMELDIÄT
AUF DIE AUSSCHEIDUNG VON KREATININ, NATRIUM,
KALIUM UND CALCIUM IM URIN DES GESUNDEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheil-
kunde verfaßt und einer hohen medizinischen
Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München.

vorgelegt von
Franz-Ludwig D e i s t e r
aus
Hannover

1976

Aus der Poliklinik der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. N. Zöllner

DER EINFLUSS KOHLEHYDRATREICHER FORMELDIÄT
AUF DIE AUSSCHIEDUNG VON KREATININ, NATRIUM,
KALIUM UND CALCIUM IM URIN DES GESUNDEN

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheil-
kunde verfaßt und einer hohen medizinischen
Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von

Franz-Ludwig D e i s t e r

aus

Hannover

1976

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter : Priv. Doz. Dr. G. Wolfram

Mitberichterstatter : Prof. Dr. N. Zöllner

Dekan : Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 27. Juli 1976



812-1106 58



Inhalt

=====

A	Einleitung	1
B	Methodik	4
	1. Versuchspersonen	4
	2. Diät	4
	3. Durchführung	12
	4. Methoden	13
C	Ergebnisse	15
	1. Harnvolumen und Flüssigkeitsaufnahme	15
	2. Harnstatus	15
	3. Kreatininausscheidung im Harn	23
	4. Ionenausscheidung im Harn	36
	5. Gewichtsbestimmung	51
D	Diskussion	53
E	Zusammenfassung	58
F	Literaturverzeichnis	59

A Einleitung

Die Ernährungswissenschaft hat in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung und Aktualität gewonnen. Über die Hälfte der Weltbevölkerung muß sich mit einem Minimum an Nahrungsmitteln ernähren. Sie sind ständig von Unterernährung und ihren Folgeerkrankungen bedroht. Für diese Menschen muß nach einer in ihren Bestandteilen ausreichenden Nahrung, die in genügender Menge zu einem geringen Preis zu beschaffen ist, gesucht werden. Andererseits leben besonders die Menschen Mitteleuropas und Nordamerikas in einem Nahrungs- und Genußmittelüberfluß. Auch hierdurch werden Krankheiten wie Arteriosklerose, (z.B. der Myokardinfarkt) Leberzirrhose, Diabetes und andere Stoffwechselerkrankungen verursacht oder in ihrer Entstehung begünstigt.

Um eine exakte Erforschung dieser Zusammenhänge zu ermöglichen, ist es notwendig, den Versuchspersonen eine in ihren Bestandteilen definierbare Nahrung zu verabreichen. Dieses ist mit einer Normalkost, die in ihrer Zusammensetzung starken Schwankungen unterliegt, nicht möglich. Ein großer Fortschritt in dieser Richtung war die Einführung der Formeldiät durch Ahrens et al. (14) 1954.

Sie hat gegenüber der konventionellen Kost viele Vorteile:

1. Die Bestandteile (z.B. Glucose, Eiweiß und Fett bekannter und bestimmbarer Zusammensetzung) lassen sich leicht und beliebig in ihren Variationen und Kombinationen mischen und

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555210_0052

2. können jeden Tag neu in konstanter und definierter Zusammensetzung hergestellt werden, und haben so über einen beliebigen Zeitraum die gleiche Zusammensetzung.
3. Gegenüber der Normalkost, die durch Lagerung, Jahreszeit oder Zubereitung ständig Veränderungen unterworfen ist und somit immer neue Analysen notwendig macht, ist die Formeldiät von diesen Einflüssen frei.
4. Die täglich aufgenommene Kalorienmenge kann genau und leicht gemessen werden.

Es entsteht natürlich die Frage, ob die Formeldiät einer vollwertigen Normalkost entspricht und welche Auswirkungen durch die Umstellung von konventioneller Kost auf Formeldiät für die Versuchspersonen entsteht.

Um die Ergebnisse der Forschungen mit Formeldiät auf normale Kost übertragen zu können, muß diese nicht nur die notwendigen Kalorien, Vitamine und Mineralien enthalten, sondern so empfindliche Systeme wie Wasser- und Elektrolythaushalt, die wiederum das Körpergewicht beeinflussen, dürfen nicht gestört werden.

Ziel dieser Arbeit war es, den Einfluß unterschiedlicher Formeldiäten auf Wasser und Elektrolythaushalt, sowie Nierenfunktion festzustellen.

Während unterschiedlicher Phasen war der Hauptbestandteil Maltose, Maltodextrin beziehungsweise Saccharose. Durch Kontrolle der Flüssigkeitsaufnahme und -Abgabe, der Elektrolytausscheidung, sowie des Körpergewichts konnte festgestellt werden, ob

die Körpermasse Veränderungen unterworfen war. Der Harnstatus gab über weitere Funktionen der Niere Auskunft. Die Überwachung der Kreatinin-ausscheidung im Harn diente zur Kontrolle des Energiestoffwechsels, der Muskulatur und der Nierenfunktion.

B Methodik

1. Versuchspersonen:

An dem Versuch waren sieben gesunde männliche Versuchspersonen beteiligt.

Alle sieben Personen haben an dem Ernährungsversuch über die gesamte Versuchsdauer von 43 Tagen ohne Unterbrechung teilgenommen.

Alter, Größe und Gewicht zu Beginn des Versuchs der einzelnen Versuchspersonen sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1

Versuchs- personen	Alter	Größe	Gewicht
VP 1	24	180 cm	70,0 kg
VP 2	26	180 cm	74,5 kg
VP 3	26	181 cm	75,4 kg
VP 4	25	170 cm	66,0 kg
VP 5	26	173 cm	81,0 kg
VP 6	24	184 cm	75,0 kg
VP 7	24	175 cm	62,0 kg

2. Formeldiät

Es wurden drei verschiedene Formeldiäten verwendet, deren Zusammensetzung in den Abbildungen 2 - 5 angegeben ist. Die zeitliche Reihenfolge dieser Formeldiäten bei den einzelnen Versuchspersonen ist der Abbildung 1 zu entnehmen.

Alle Versuchspersonen sollten aufgrund der vor dem Versuch aufgestellten Ernährungsprotokolle 3000 Kcal pro Tag aufnehmen. Abweichungen nach

oben gab es hier nur bei der Versuchsperson 5, die aufgrund zu hohen Gewichtsverlustes bis zum sechsten Tag, am siebten Versuchstag 3500 Kcal zu sich genommen hat. In Größe und Häufigkeit unterschiedliche Abweichungen nach unten wurden bei den Versuchspersonen 1 - 5 beobachtet.

Nur die Versuchspersonen 6 und 7 haben über die gesamte Versuchsdauer gleichmäßig 5000 Kcal pro Tag zu sich genommen.

Abbildung 1

	1.-7.Tag	8.-22.Tag	23.-28.Tag	29.-45.Tag
Versuchs- person				
1 - 3	Dextrosin	Maltose	Dextrosin	Saccharose
Versuchs- person				
4 - 7	Dextrosin	Saccha- rose	Dextrosin	Maltose

Nahrungsaufnahme in kcal

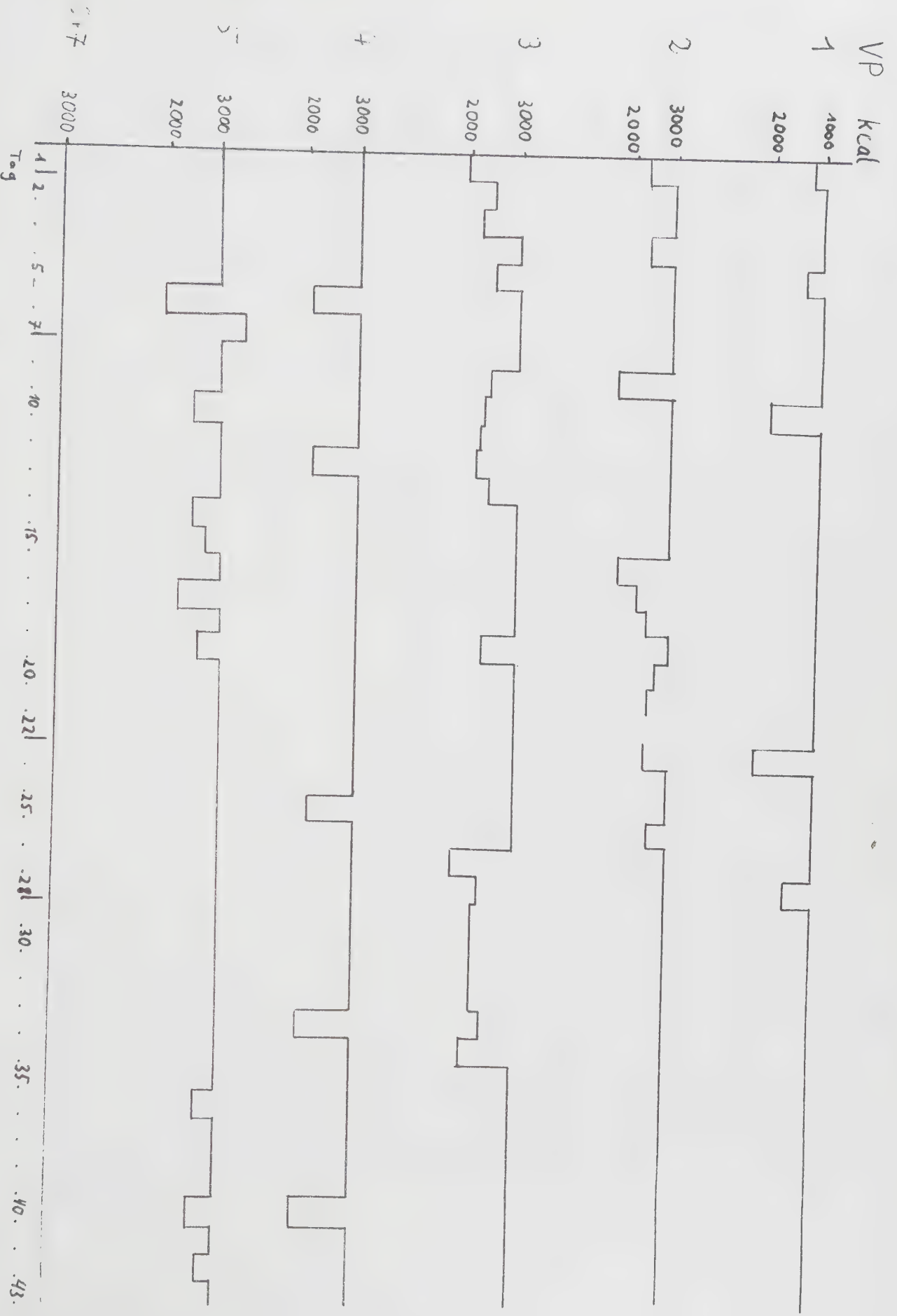


Abbildung 3

Zusammensetzung der Formeldiät

Zusammensetzung der Formeldiät A

Nährstoffquelle	g	Nährstoff	g	cal.	Eiw.%	Fett %	KH %
Hyperprotidine einheitliche Charge	114,0	Eiweiß	104,9	430,1	14,3		
Maltodextrin	345,0	Kohlenhydr.	326,0	1336,6			44,4
Butter	75,0	Fett	62,6	582,2		19,3	
Olivenöl	57,2	Fett	57,2	532,0		17,7	
Safloröl	14,0	Fett	14,0	130,2		4,3	
Cholesterin	520 mg			3011,1	14,3	41,3	44,4

Na Cl 2 g

K Cl 1 g

Zusammensetzung der Formel

Zusammensetzung der Formel

Nährstoffquelle	Nährstoff g	Nährstoff	g	cal.	Biw. %	Fett %	KH %
Hyperportidine einheitliche Charge	114,0	Liweiß	104,9	430,1	13,9		
Saccharose	589,0	Kohlenhyd.	597,7	2450,6			79,1
Butter	12,8	Fett	10,5	97,7		3,2	
Safloröl	3,0	Fett	3,0	27,9		0,9	
Olivenöl	9,8	Fett	9,8	91,1		2,9	
Cholesterin	520 mg			3097,4	13,9	7,0	79,1

Na Cl

2 g

K Cl

1 g

Lebensmittelchemie, 1. Semester

Zusammenfassung der Nährstoffwerte

Nährstoffquelle	g	Nährstoff	g	cal.	Wasser	Fett %	Ki %
Hyperprotidine einheitliche Charge	114,0	eiweiß	104,9	450,1	14,3		
Maltose	587,9	Kohlenhydr.	575,9	2358,7			78,5
Butter	12,8	Fett	10,6	98,6		3,3	
Olivenöl	9,8	Fett	9,8	90,5		3,0	
Safloröl	3,0	Fett	3,0	27,9		0,9	
Cholesterin	520 mg			3007,8	14,3	7,2	78,5

Na Cl 2 g

K Cl 1 g

Die Formeldiät A (Maltodextrin) entspricht in ihrer Zusammensetzung der in einer früheren Untersuchung analysierten Münchner Durchschnittsnahrung. Sie wurde in der ersten Woche des Versuches von allen Versuchspersonen eingenommen, um sie an die Formeldiät zu gewöhnen und eine gleichmäßige Ausgangsbasis für die zu ermittelnden Werte der folgenden Versuchsperiode zu haben.

Die Formeldiät B (Saccharose) wurde vom 8. bis zum 22. Versuchstag von den Versuchspersonen 1, 2 und 3 eingenommen. Während dieser Zeit nahmen die Versuchspersonen 4 bis 7 die Kostform C (Maltose) ein.

Die Analyse, bei der man aufgrund geringer Abweichungen alle drei Formeldiäten gleichsetzen kann, ergab:

Na ⁺	71 meq/d	- hinzu kamen durch sonstige Flüssigkeitsaufnahme	1 meq/d	
				Summe 72 meq/d
K ⁺	27 meq/d			
Ca ⁺⁺	750 mg/d	- hinzu kamen durch sonstige Flüssigkeitsaufnahme	200 mg/d	
				Summe 950 mg/d

Vom 23. bis zum 28. Versuchstag wurde zur Umstellung von allen Versuchspersonen wieder die Formeldiät A eingenommen. In der letzten Periode vom 29. bis 43. Versuchstag nahmen die ersten drei Versuchspersonen die Formeldiät C und die letzten vier Versuchspersonen die Formeldiät B ein. (Siehe Abb.1)

An Flüssigkeit wurde von den Versuchspersonen Wasser, Kaffee, Tee und Mineralwasser einer bestimmten Zusammensetzung eingenommen.

Die jeweilige Tagesmenge wurde von den Versuchspersonen gemessen.

3. Durchführung

Während des Versuchs wurden täglich folgende Untersuchungen vorgenommen:

- 1) Ermittlung des 24-Stunden Harnvolumens
und der aufgenommenen Flüssigkeitsmenge
- 2) Harnstatus (pH-Wert, Eiweiß, Blut, Glucose)
- 3) Bestimmung der Kreatininausscheidung im
Harn
- 4) Bestimmung der Na^+ , K^+ und Ca^{++} Ionen-
ausscheidung im Harn
- 5) Täglich wurde das Gewicht jeder Versuchs-
person bestimmt

Die Untersuchungen 2, 3 und 4 wurden jeweils in einer Probe des 24-Stunden Sammelurins durchgeführt.

4. Methoden

Das Volumen des über 24 Stunden gesammelten Harns wurde mit einem graduierten Meßzylinder bestimmt.

Auf Eiweiß, Blut und Glucose im Urin wurde mit Hilfe von "Combi-Uristix-Teststäbchen" (Firma Miles GmbH, Frankfurt/Main) geprüft; auch der pH-Wert wurde auf diese Weise bestimmt.

Diese Schnellteststreifen ergeben auf ihrem praeparierten Anteil einen Farbumschlag, der mit einer beiliegenden Farbskala verglichen wird. Man taucht den Teststreifen kurz in die Urinprobe ein und kann den pH-Wert, dessen Farbskala von 5 bis 9 reicht, sofort ablesen.

Nach 10 Stunden bereits läßt sich eine Farbveränderung im Streifenanteil für Glucose erkennen. Die drei Farbnuancen hell = $1/4$ % oder weniger, dunkel $1/2$ % oder mehr und mittel weist ohne Wertangabe auf das Vorhandensein von Glucose hin.

Für Eiweiß besteht eine Einteilung in Spur, 30 mg %, 100 mg %, 300 mg % und über 1000 mg %.

Das Vorliegen einer Hämaturie (gering, mäßig und stark) kann nach 30 sek. abgelesen werden.

Die Ausscheidungsmenge von Kreatinin im Harn wurde nach Popper, Mandel und Mayer (1) bestimmt. Nach einer Verdünnung des Harns von 1 : 100 pipettiert man 1 ml der Harnlösung in ein Reagenzglas, dazu 1 ml 1,2 %ige Pikrinsäure und 0,5 ml 10 %ige Natronlauge. Dann fügt man 2,5 ml aqua dest hinzu und läßt es nach kräftigem

Umrühren 12 Minuten bei Zimmertemperatur stehen. Paralell dazu setzt man einen Blindwert an, der statt verdünnter Harnlösung 1 ml aqua dest enthält. Die Extinktion der Lösung wird bei 20 mm Schichtdicke und Lichtfilter 546 nm gegen den Blindwert abgelesen.

Die Berechnung erfolgt nach der Formel:

E. Verdünnungsfaktor $\cdot$ 18,9 = mg/100 ml
Kreatinin im Harn.

Zur Kontrolle wurde der Kreatiningehalt des Harns auch im Hauptlabor der Klinik mit dem Autoanalyser Technicon bestimmt.

Auch die im Harn ausgeschiedene Menge der Na⁺, K⁺ und Ca⁺⁺ Ionen wurde mit dem Autoanalyser bestimmt.

Als Vorbereitung für den Autoanalyser wurde 1 ml jeder Urinprobe mit aqua dest auf 10 ml angefüllt. Nach Hinzugabe von 0,5 ml 0,5 %igem Lithiumcarbonat wurde die Probe erwärmt und filtriert.

C Ergebnisse

1. Harnvolumen und Flüssigkeitsaufnahme

Die Ergebnisse, die bei der Bestimmung des 24-Stunden-Harnvolumens gemessen wurden, lagen bei 300 Messungen (bei VP 7 fehlt eine Messung, Harn ging durch Unachtsamkeit verloren) in 19 Fällen unter 500 ml, davon betrug die kl. Messung 220 ml, in 180 Fällen zwischen 500 und 1000 ml, in 51 Fällen zwischen 1000 und 1500 ml, in 30 Fällen zwischen 1500 und 2000 ml, in 9 Fällen zwischen 2000 und 2500 ml und einmal ergab die Messung über 3000 ml.

Bei einem Vergleich der Volumina zu Beginn und gegen Ende des Ernährungsversuchs besteht kein Anhalt für eine Volumenabnahme. (Siehe Abb. 6 und 7).

Ein Vergleich der Flüssigkeitsaufnahme und Harnabgabe während verschiedener Versuchsphasen zeigt keine einheitliche Tendenz für die einzelnen Versuchspersonen. Zum Vergleich wurden die 2. und 4. Phase, die 3. Phase und die letzten 6 Tage der 4. Phase gewählt. (Siehe Abb. 8).

Hierbei fällt auf, daß die Zunahme der Harnmengen nicht unbedingt der Zunahme der Flüssigkeitsaufnahme entspricht. Berücksichtigt man den Flüssigkeitsverlust über die Haut und Lunge, so liegen alle Werte innerhalb der Toleranzgrenze.

2. Harnstatus

Die Harnreaktion blieb bei 300 Messungen während der Versuchsdauer weitgehend konstant.

Bei 281 Messungen ergab sich der pH-Wert 6, 18 mal 6,5 und einmal 7.

In 7 Proben fand sich eine Spur Eiweiß.

4 mal zeigte die Skala 30 mg % an. Hier war die VP 1 stärker betroffen als andere.

Bei den Kontrollen auf Hämaturie gab es bei der VP 3 zweimal das Ergebnis mäßig. 10 mal war der Glucosetest positiv (hell). Mit einer Ausnahme waren hiervon nur VP 3 und VP 4 betroffen.

Genauere Untersuchungen (Harnzucker und Nüchternblutzucker Bestimmung, sowie der orale Glucose-ToleranzTest) ergaben aber für keine der betroffenen Personen den klinischen Befund einer Diabetes.

Abbildung 6

Flüssigkeitsaufnahme pro Tag in ml

Versuchs- tag	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7
1	1500	1700	1500	2500	1020	1125	3500
2	1800	1800	1500	2500	1010	1250	2350
3	1500	2200	1000	3800	1010	1450	3500
4	1500	2300	900	2200	1140	1450	2750
5	1900	2600	900	4000	900	1550	2400
6	1700	3200	1800	--	1290	1750	3000
7	900	2800	1200	1950	840	1000	3500
8	1600	1400	900	2000	1170	1250	2750
9	1800	1500	1000	3500	1070	1500	2800
10	1500	1800	1200	2000	1200	1500	2750
11	2000	1600	1200	2000	1290	750	2600
12	2000	2100	900	2500	1290	1000	2700
13	1700	2000	1800	2000	1280	1700	2450
14	1700	1700	1400	1700	1300	1250	2700
15	1600	1700	1400	1950	1110	1250	3800
16	1600	2100	1400	1200	550	--	3000
17	1600	1200	1400	2500	740	1500	3200
18	1800	1400	1500	2000	1110	1800	3000
19	1500	1800	1600	2000	1180	1500	2650
20	1700	1800	1800	1700	1280	1700	3500
21	1700	1300	1600	1950	1180	2200	2200
22	1700	2000	1500	2750	1330	1800	2350
23	1500	1900	1200	1700	1100	1500	2250
24	1700	2200	1400	1950	1050	1800	2300
25	1800	2400	2400	2500	1080	1600	3150
26	1500	2200	1400	1500	1100	1500	2100
27	1500	1900	1500	1500	1060	1250	2000
28	1500	1700	1100	1700	980	1200	2400
29	1500	1750	1200	1700	1310	1400	2200

noch Abbildung 6

Versuchs- tag	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7
30	1500	1900	1200	2000	1390	1100	2400
31	1500	1900	1400	1700	1220	1300	2150
32	1800	1400	1400	2500	1440	1750	2450
33	1600	1700	1100	2500	1140	1000	2150
34	1700	1600	1200	1700	1220	1250	2600
35	1700	1700	1500	1700	1220	1500	3000
36	1300	1800	1400	2200	1320	1100	2200
37	1500	1700	1600	1500	1320	1200	1800
38	--	2200	1400	1500	1360	1200	2600
39	1300	2100	1800	2500	1140	1300	2000
40	1500	2200	1300	1800	1040	1400	1700
41	1400	1900	1500	1500	1240	1100	1650
42	1300	1600	1600	2200	1340	1600	1800
43	1500	1700	1450	1500	1320	1300	2000

Abbildung 7

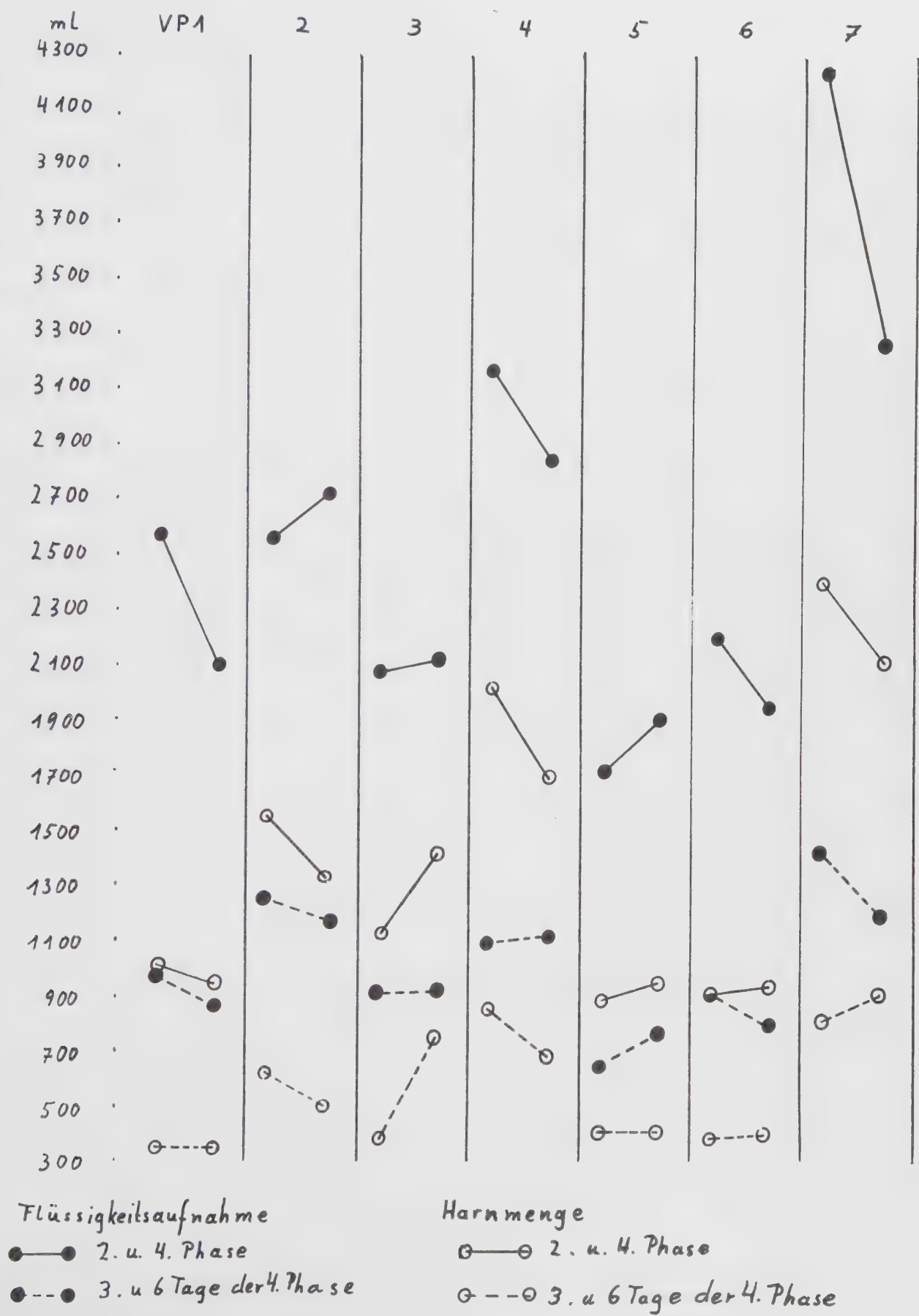
Harnmenge pro Tag in ml

Versuchs- tag	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7
1	1320	400	1890	960	1150	1100	1800
2	790	750	850	1250	850	700	1290
3	700	1100	630	1680	620	680	2030
4	800	1390	600	2350	890	890	1950
5	620	2200	320	3260	440	710	1080
6	760	1110	610	1790	800	760	2000
7	550	1530	650	1420	540	640	1300
8	520	690	700	1280	780	600	1310
9	930	900	720	1480	550	700	2100
10	680	720	780	1170	600	700	940
11	680	1200	800	1700	480	580	1740
12	480	2080	680	1970	680	500	1350
13	780	1950	550	880	540	690	1800
14	920	1140	600	1480	500	460	1650
15	260	710	800	960	630	600	1800
16	620	1000	810	1500	510	530	1410
17	710	500	600	920	580	600	1810
18	700	990	580	1300	460	580	1810
19	790	930	590	1150	650	780	1510
20	500	490	220	1450	450	550	2350
21	670	580	580	940	600	480	1490
22	680	1380	1900	1950	590	590	900
23	530	700	880	1700	620	690	--
24	550	610	500	1300	650	640	1380
25	600	2150	850	1900	600	800	2300
26	610	1010	520	1390	700	440	1100
27	510	720	400	780	560	550	1100
28	500	970	520	1220	700	540	1140
29	780	610	880	800	440	560	1270

noch Abbildung 7

Versuchs- tag	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7
30	650	710	610	910	630	580	1180
31	500	750	890	1340	600	380	1610
32	610	550	900	1410	610	870	1300
33	780	870	910	1530	620	810	1300
34	830	1110	490	860	560	560	810
35	880	540	920	1100	700	720	1900
36	400	750	1090	1350	690	450	850
37	530	430	920	940	580	500	840
38	620	1010	510	800	610	560	2200
39	500	1300	1980	1580	680	740	1310
40	620	1950	490	1590	610	680	1750
41	560	910	1200	700	620	560	1790
42	550	830	850	1060	700	580	1200
43	520	840	1340	900	600	570	1780

Vergleich der Flüssigkeitsaufnahme und Harnabgabe
2. und 4. Phase, 3. Phase und die letzten 6 Tage der 4. Phase



zu Abbildung 8

Flüssigkeitsaufnahme

	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7
2.Phase	25500	25400	20600	31750	17080	21800	42450
4.Phase	21100	27150	21050	28500	19020	19500	32700
3.Phase	9600	12300	9000	10850	6370	8850	14200
6 Tage d. 4.Phase	8500	11700	9050	11000	7440	7900	11750

Harnabgabe

	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7
2.Phase	9920	15260	10990	20130	8600	8940	23970
4.Phase	9330	13160	13980	16870	9250	9120	21090
3.Phase	3300	6160	3670	8290	3830	3660	7920
6 Tage d. 4.Phase	3370	4890	7270	6750	3800	3900	8920

3. Kreatininausscheidung im Harn

Abb.9+10

Die prozentuale Kreatininausscheidung im Harn zeigte beträchtliche, vom Urinvolumen abhängige Differenzen und Schwankungen. Der höchste Wert lag bei 206,01 mg %, während der niedrigste nur 17,01 mg / 100 ml Urin betrug.

Auch die absolute Kreatininausscheidung war bei den einzelnen Versuchspersonen größeren Schwankungen unterworfen. Wie im Abschnitt 4. Methoden näher ausgeführt, wurde die Kreatininbestimmung zweimal durchgeführt. Einmal per Hand (Kurve ¹⁾) nach der Methode Popper, Mandel, Mayer (1) und einmal wurde sie im Hauptlabor der Klinik durch einen Autoanalyser (Kurve ²⁾) bestimmt. Der höchste Wert bei der Handbestimmung betrug 1,841 gr, der niedrigste 0,268 gr Kreatinin im 24-Stundensammelurin.

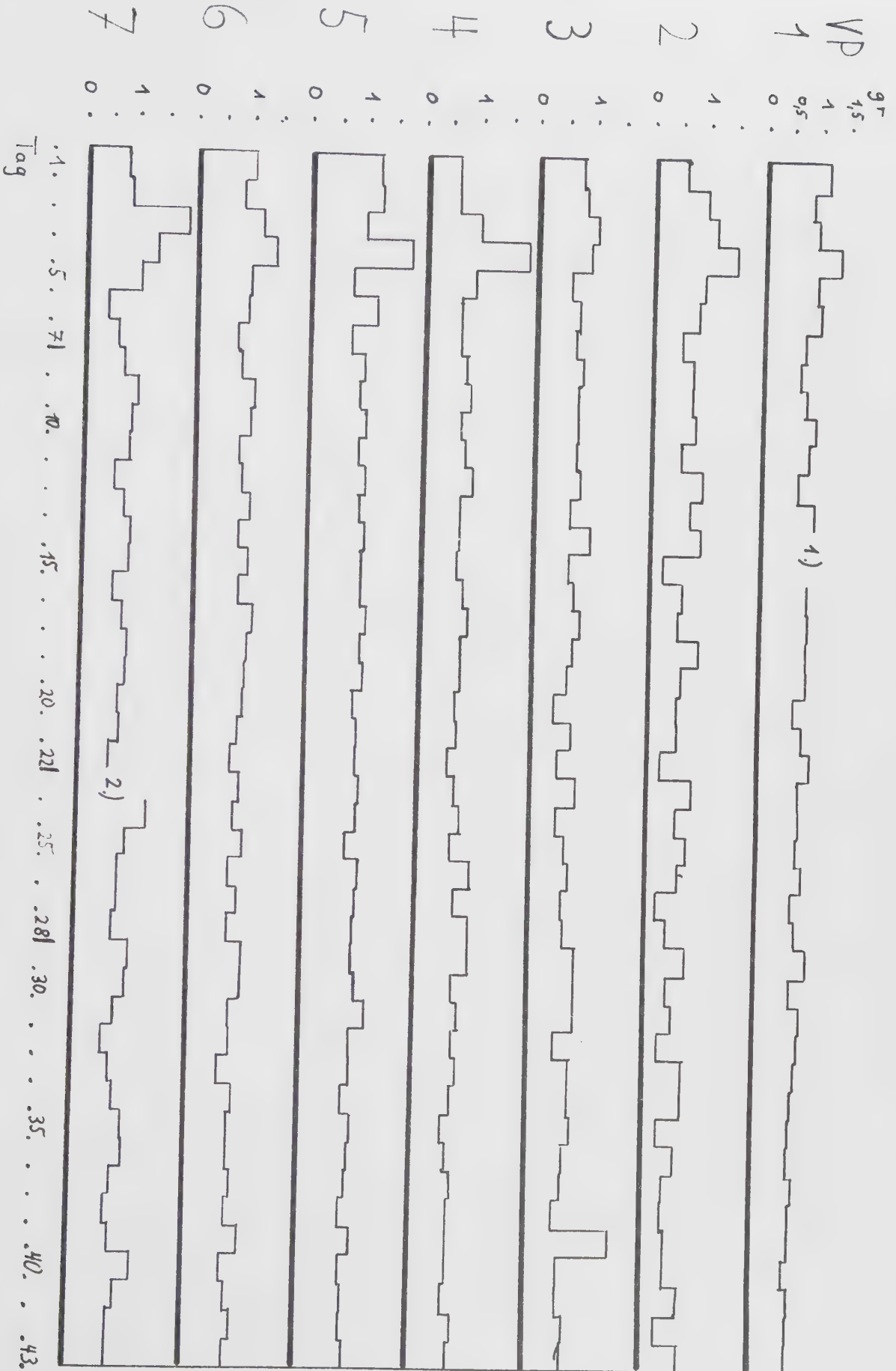
Der höchste Wert bei der Bestimmung durch den Autoanalyser betrug 2,009 gr, der niedrigste Wert 0,352 gr.

Die Werte des Autoanalysers lagen im Durchschnitt etwas höher als die bei der Handbestimmung erhaltenen Werte. Dies ist auch aus der Verteilungskurve ersichtlich. (Siehe Abb.11)

Zu folgender Kurve Abb.9

- 1) Bei VP 1 wurde der Morgenurin des 15.Versuchstages versehentlich zum 14. Tag gegeben.
- 2) Bei VP 7 ging der 24-Stundensammelurin vom 23.Versuchstag verloren.

Kreatininausscheidung pro 24 Stunden



zu Abbildung 9

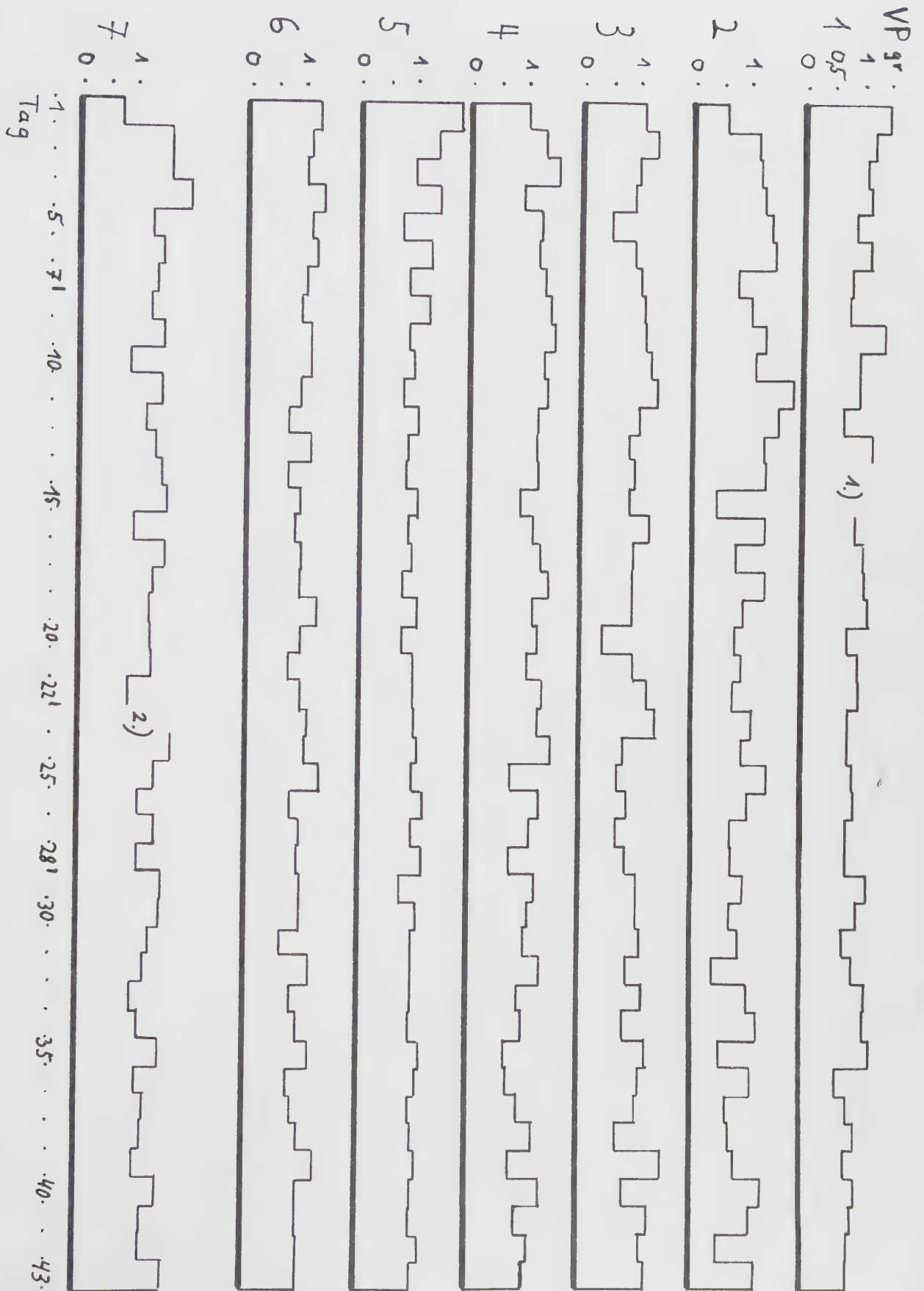
Kreatininausscheidung pro 24 Stunden in gr

Versuchs- tag	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7
1	1,123	0,582	0,786	0,581	1,217	0,936	0,784
2	0,866	0,964	0,803	0,591	1,237	0,767	0,804
3	0,961	1,102	1,024	0,984	0,973	1,130	1,841
4	1,331	1,471	0,919	1,821	1,716	1,345	1,290
5	0,961	0,915	0,550	0,863	0,732	0,899	1,000
6	1,963	0,818	0,726	9,643	1,179	0,833	0,378
7	0,738	0,521	0,663	0,644	0,725	0,665	0,614
8	0,688	0,717	0,767	0,726	0,958	0,726	0,718
9	0,791	0,714	0,734	0,811	0,873	1,005	0,952
10	0,968	0,789	0,737	0,686	1,009	0,926	0,835
11	0,810	0,567	0,715	0,771	0,862	0,713	0,822
12	0,635	0,904	0,745	0,856	1,015	0,784	0,612
13	0,958	0,700	0,582	0,665	0,898	0,952	0,782
14	1,321	0,926	0,907	0,671	1,021	0,765	0,873
15	0,344	0,268	0,544	0,599	0,953	0,941	0,851
16	0,820	0,576	0,689	0,737	0,954	0,741	0,586
17	0,872	0,529	0,794	0,835	1,074	1,043	0,753
18	0,833	0,136	0,680	0,762	0,956	0,932	0,821
19	0,826	0,615	0,580	0,717	1,106	0,899	0,771
20	0,595	0,509	0,304	0,630	0,808	0,873	0,666
21	0,823	0,592	0,680	0,675	0,907	0,771	0,704
22	0,964	0,287	0, 47	0,479	0,892	0,647	0,493
23	0,741	0,833	0,748	0,610	1,007	1,007	keine Pro
24	0,769	0,542	0,406	0,712	0,983	0,823	1,199
25	0,726	0,772	0,592	0,539	0,773	0,937	0,826
26	0,819	0,611	0,639	0,972	1,045	0,674	0,728
27	0,684	0,231	0,567	0,663	0,974	0,852	0,748
28	0,718	0,403	0,692	0,936	0,953	0,663	0,603
29	0,946	0,796	0,815	0,953	0,906	0,942	0,960

noch Abbildung 9

Versuchs- tag	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7
30	0,676	0,443	0,796	0,671	1,012	0,954	0,869
31	0,841	0,567	0,807	0,760	1,170	0,711	0,730
32	0,807	0,301	0,441	0,666	0,899	0,740	0,491
33	0,752	0,740	0,722	0,694	0,937	0,521	0,688
34	0,706	0,734	0,722	0,666	0,794	0,825	0,735
35	0,699	0,337	0,782	0,457	0,991	0,748	0,862
36	0,635	0,652	0,639	0,562	0,913	0,740	0,847
37	0,781	0,471	0,626	0,693	0,880	0,803	0,714
38	0,691	0,458	0,453	0,605	0,772	0,709	0,582
39	0,690	0,491	1,517	0,597	1,028	1,021	0,718
40	0,609	0,516	0,556	0,601	0,796	0,411	1,058
41	0,704	0,757	0,567	0,529	0,867	0,762	0,744
42	0,676	0,329	0,691	0,721	0,833	0,888	0,680
43	0,572	0,778	0,582	0,680	0,896	0,722	0,572

Kreatininausscheidung pro 24 Stunden



Zu Abbildung 10

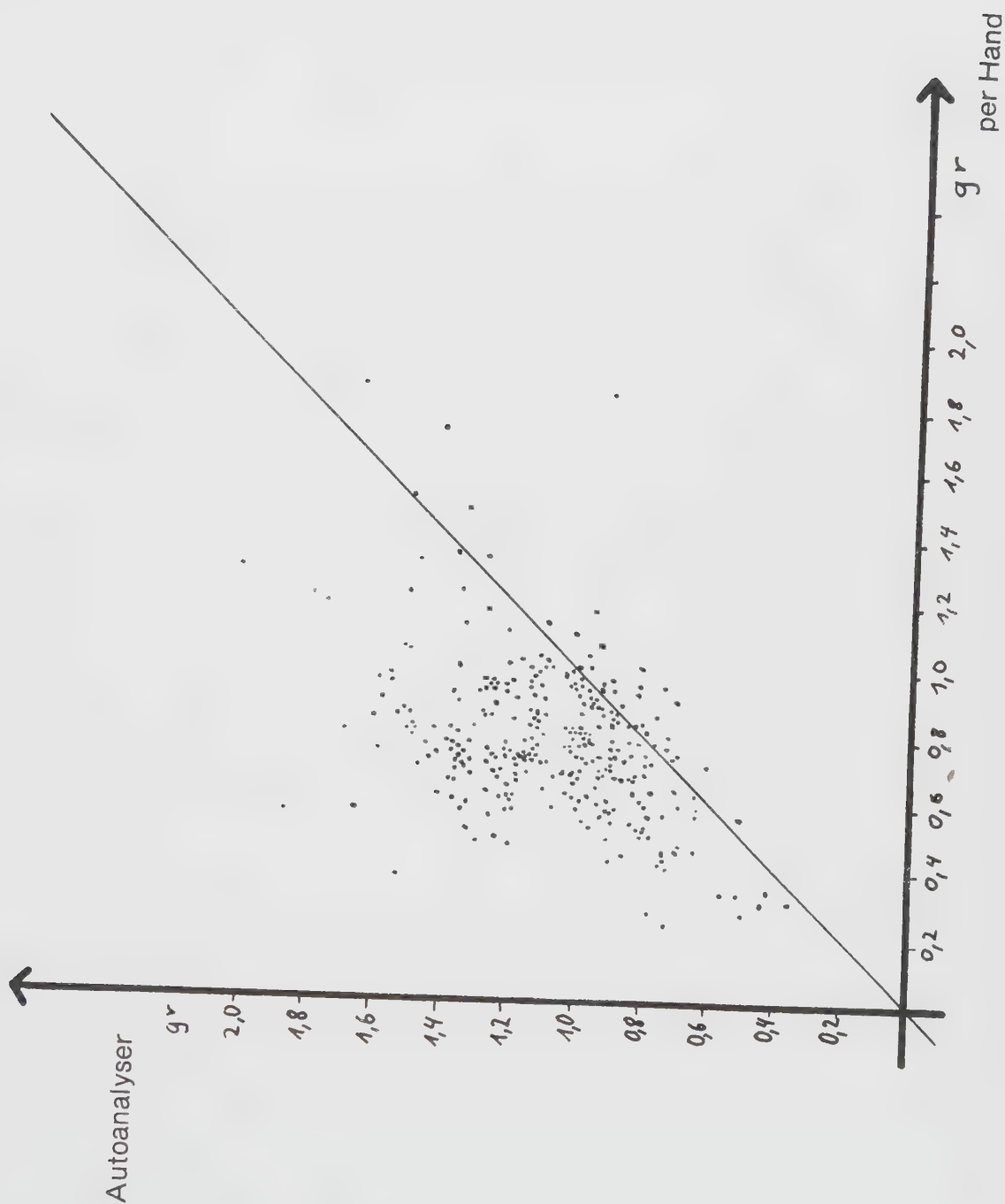
Kreatininausscheidung pro 24 Stunden in g
Bestimmung durch Autoanalyser

Versuchs- tag	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7
1	1,544	0,636	1,134	0,998	1,794	1,287	0,792
2	1,256	1,193	1,352	1,325	1,352	1,113	1,690
3	1,113	1,199	1,002	1,562	0,986	1,081	1,656
4	1,272	1,334	0,954	0,917	1,415	1,362	2,009
5	0,986	1,452	0,509	1,271	0,700	1,129	1,350
6	1,208	1,499	0,970	1,199	1,272	1,208	1,520
7	0,875	0,811	1,034	1,335	0,859	1,018	1,404
8	0,832	1,097	1,120	1,434	1,248	0,960	1,310
9	1,488	1,350	1,152	1,480	0,880	1,113	1,554
10	1,088	1,152	1,240	1,310	0,954	1,120	0,931
11	1,088	1,860	1,346	1,377	0,768	0,928	1,496
12	0,768	1,581	1,081	1,182	1,088	0,800	1,229
13	1,240	1,326	0,880	1,170	0,864	1,104	1,386
14	1,472	1,368	0,954	1,228	0,800	0,736	1,502
15	0,416	0,497	0,888	0,902	1,008	0,960	1,602
16	0,986	1,330	1,239	1,185	0,816	0,848	1,066
17	1,136	0,795	0,960	1,306	0,928	0,960	1,593
18	1,120	1,356	0,928	1,352	0,736	0,928	1,376
19	1,264	0,967	0,897	1,104	1,040	1,248	1,314
20	0,800	0,779	0,352	1,262	0,720	0,880	1,363
21	1,065	0,928	0,922	1,015	0,954	0,763	1,356
22	1,081	0,773	1,197	1,287	0,938	0,938	0,900
23	0,843	1,113	1,373	1,207	0,986	1,097	keine Probe
24	0,875	0,964	0,735	1,469	1,034	1,024	1,753
25	0,954	1,441	0,689	0,836	0,954	1,272	1,426
26	0,970	1,061	0,827	1,279	1,113	0,700	1,144
27	0,811	0,720	0,636	1,053	0,890	0,875	1,419
28	0,795	0,718	0,827	0,817	1,113	0,859	1,186
29	1,240	0,970	1,091	1,208	0,700	0,890	1,588

noch Abbildung 10

Versuchs- tag	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7
30	1,034	0,731	0,970	1,174	1,002	0,922	1,534
31	0,795	0,923	1,095	1,018	0,954	0,604	1,344
32	0,970	0,435	0,855	1,368	0,970	1,131	1,235
33	1,193	1,131	1,156	0,918	0,986	0,794	1,040
34	1,179	1,243	0,779	1,032	0,890	0,890	1,175
35	1,390	0,502	1,205	0,693	1,113	1,145	1,501
36	0,636	1,118	1,090	0,729	1,097	0,716	1,122
37	0,843	0,684	1,021	0,912	0,922	0,795	1,268
38	0,986	0,737	0,648	1,192	0,970	0,890	1,188
39	0,795	0,806	1,505	0,790	1,081	1,177	1,087
40	0,986	1,326	0,779	1,367	0,970	0,891	1,505
41	0,890	1,138	1,248	0,952	0,986	0,890	1,199
42	0,875	0,548	1,114	1,134	1,113	0,922	1,224
43	0,827	1,260	1,206	1,062	0,954	0,906	1,655

Verteilungskurve für die Kreatininbestimmung
per Hand und durch den Autoanalyser



Vergleich der Kreatininausscheidung während einzelner Versuchsphasen

Ein Vergleich der Kreatininausscheidung während der einzelnen Versuchsphasen läßt keine einheitliche Tendenz erkennen, ob mit fortschreitender Versuchsdauer die Kreatininausscheidung geringer wurde oder anstieg. Auch für die einzelne Versuchsperson war keine Kontinuität gegeben.

Der nur geringe Unterschied im Kreatiningehalt der Nahrung während der einzelnen Versuchsphasen läßt sich in den Vergleichskurven nicht mehr erkennen.

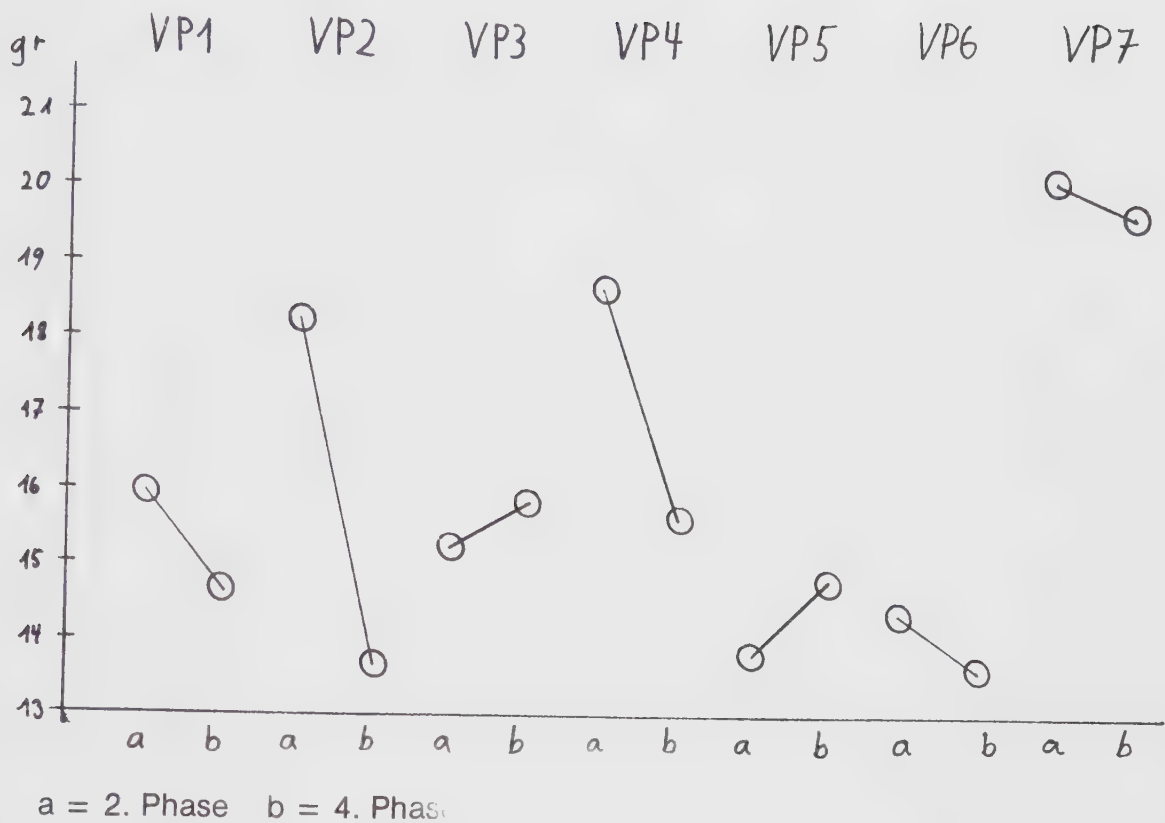
Für den grafischen und tabellarischen Vergleich (Abb. 12) wurde einmal die 2. und 4. Phase mit ihrer saccharose- und maltosereichen Kost gewählt.

Ein weiterer Vergleich wurde zwischen der 3. Phase mit ihrer der Durchschnittskosten entsprechenden Formeldiät und den letzten 6 Tagen der 4. Phase gemacht. Die 1. Phase, die von der Diät her der 3. Phase entspricht, erschien für einen Vergleich ungeeignet, weil hier erst eine Umstellung auf die Formeldiät stattfand und die vorher eingenommene Normalkost das Bild noch verfälscht hätte.

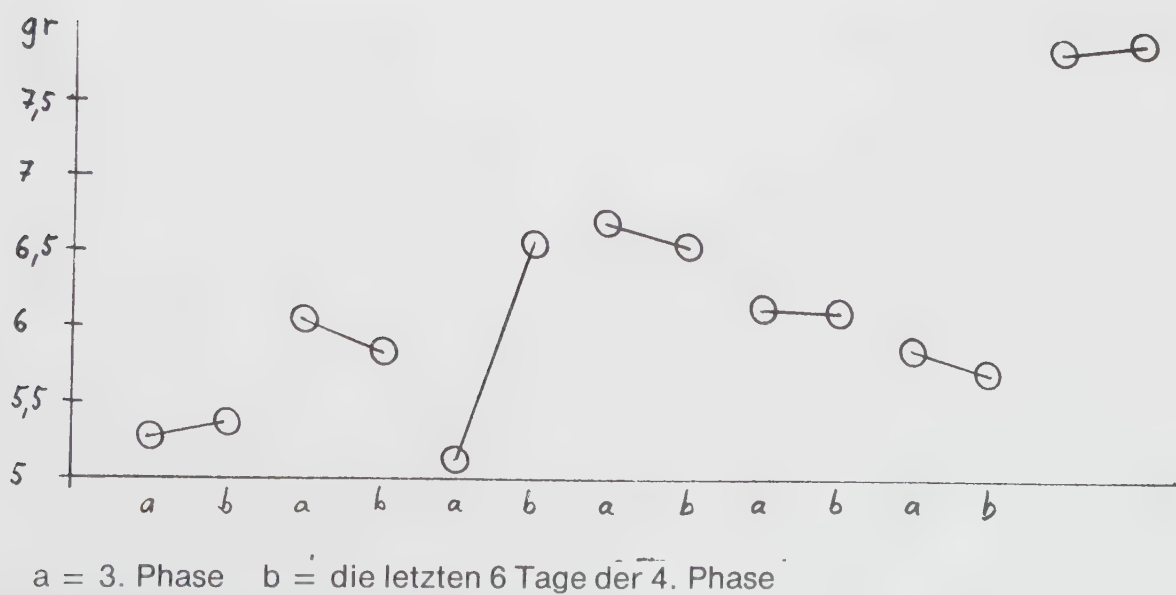
Der grafische Vergleich in Abb. 12 läßt weder für die Phase 2 und 4, noch für die Phase 3 im Vergleich mit den letzten 6 Tagen der Phase 4 ein einheitliches Ansteigen oder Abfallen der Kreatininausscheidung erkennen. Auch der Formeldiätunterschied für die einzelnen Versuchspersonen während der Phasen 2 und 4 wirkt sich in der Grafik nicht aus. Wie in Abb. 1 ausgeführt, aßen VP 1 - 3 in der 2. Phase saccharosereiche Formeldiät und VP 4 - 7 maltosereiche Formeldiät; in der 4. Phase war es umgekehrt.

Kreatininausscheidung

2. und 4. Phase im Vergleich



3. Phase und die letzten 6 Tage der 4. Phase im Vergleich



Zu Abbildung 12

Δ Kreatinin (Autoanalyser)

	<u>2.Phase</u>	<u>4.Phase</u>	Δ	<u>3.Phase</u>	letzten 6 Tg.d. <u>4.Phase</u>	Δ
VP 1	15,844 gr	14,639 gr	- 1,205 gr	5,248 gr	5,359 gr	+ 0,011 gr
VP 2	18,256 "	13,552 "	- 4,704 "	6,017 "	5,815 "	- 0,202 "
VP 3	15,156 "	15,762 "	+ 0,606 "	5,087 "	6,500 "	+ 1,413 "
VP 4	18,594 "	15,549 "	- 3,045 "	6,661 "	6,497 "	- 0,664 "
VP 5	13,742 "	14,708 "	+ 0,966 "	6,090 "	6,079 "	- 0,016 "
VP 6	14,286 "	13,563 "	- 0,723 "	5,827 "	5,676 "	- 0,151 "
VP 7	20,109 "	19,665 "	- 0,444 "	7,828 ^x "	7,858 "	+ 30 "

^x Der bei VP 7 fehlende Wert vom 23. Versuchstag ist entsprechend dem Durchschnitt dieser Versuchsperiode ergänzt worden.

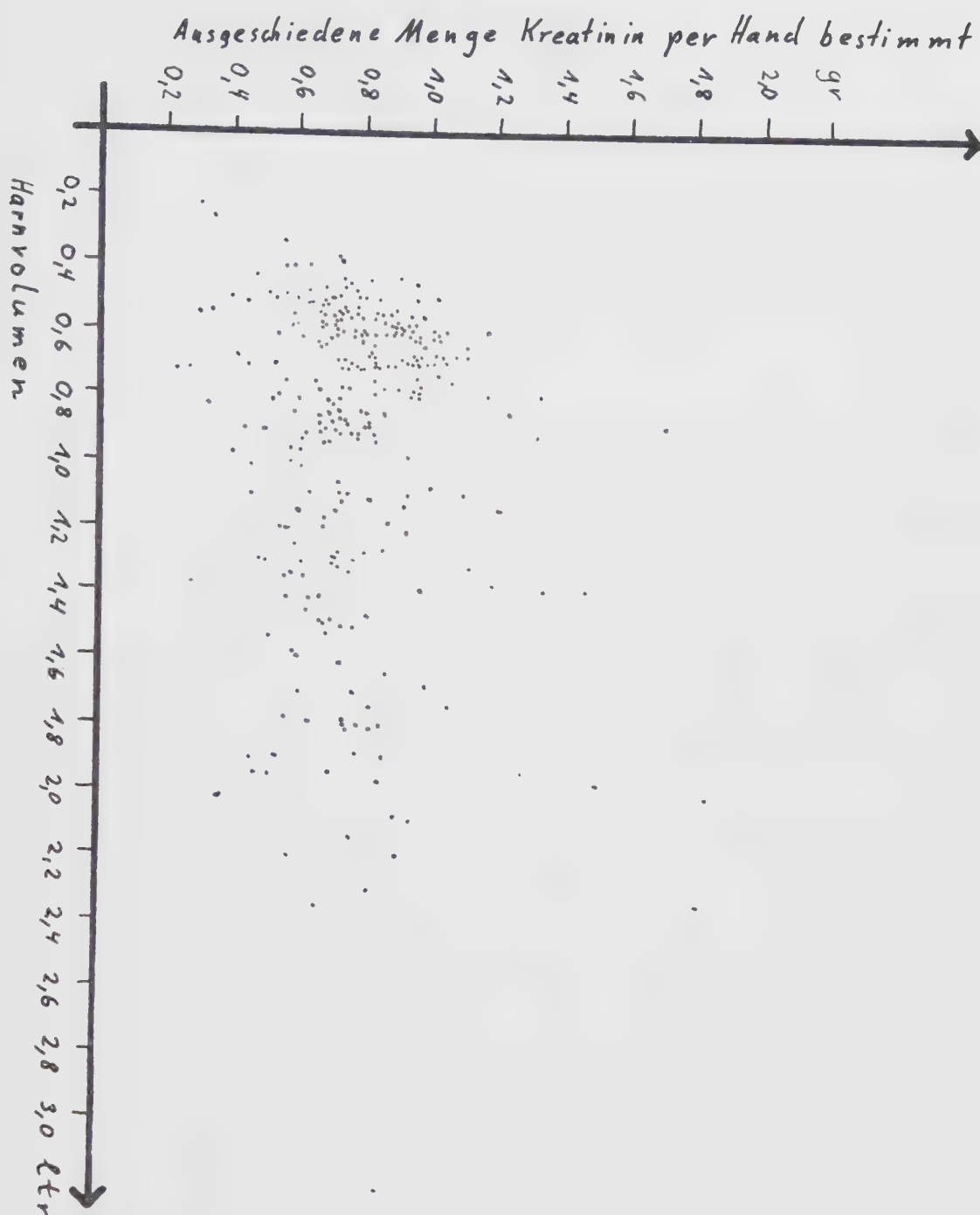
Vergleich der Kreatininausscheidung mit der abgegebenen Harnmenge

Ein Vergleich der Kreatininkonzentration im 24-Stunden-Sammelurin mit dem Harnvolumen zeigt eine gewisse Abhängigkeit voneinander, jedoch ist diese Abhängigkeit nicht so stark, daß auf eine gleichmäßige Kreatininabgabe einer Versuchsperson auch nur während einzelner Versuchsphasen geschlossen werden könnte.

Die Schwankungen in der Kreatininausscheidung sind so groß, daß man aufgrund der Kreatininbestimmung keine Rückschlüsse auf das Harnvolumen oder die Vollständigkeit des 24-Stunden-Sammelurins ziehen kann.

Die nachfolgende Abbildung 13 zeigt nochmal die Abhängigkeit des Harnvolumens und der ausgeschiedenen Kreatininmenge.

Abhängigkeit der Kreatininmenge vom Harnvolumen



4. Ionenausscheidung im Harn

Die Werte für die Na, K, Ca Ionenausscheidung liegen für Na und K unterhalb der Werte für Normalkost. Sie schwanken beim Natrium zwischen 0 und 175 meq; der Durchschnitt liegt bei 36 meq. (Siehe Abbildung 14). Beim Kalium schwanken die Werte zwischen 5 und 68 meq; der Durchschnitt liegt bei 21 meq. (Abb. 15). Calcium schwankt zwischen 0,075 und 0,48 gr; im Durchschnitt sind es 0,233 gr. (Abb. 16).

Nur in den ersten Versuchstagen erreichen die Na- und K-Werte noch die Normhöhe. Bei den Calciumwerten ist ein gleichmäßiges Absinken während der Versuchsdauer zu beobachten.

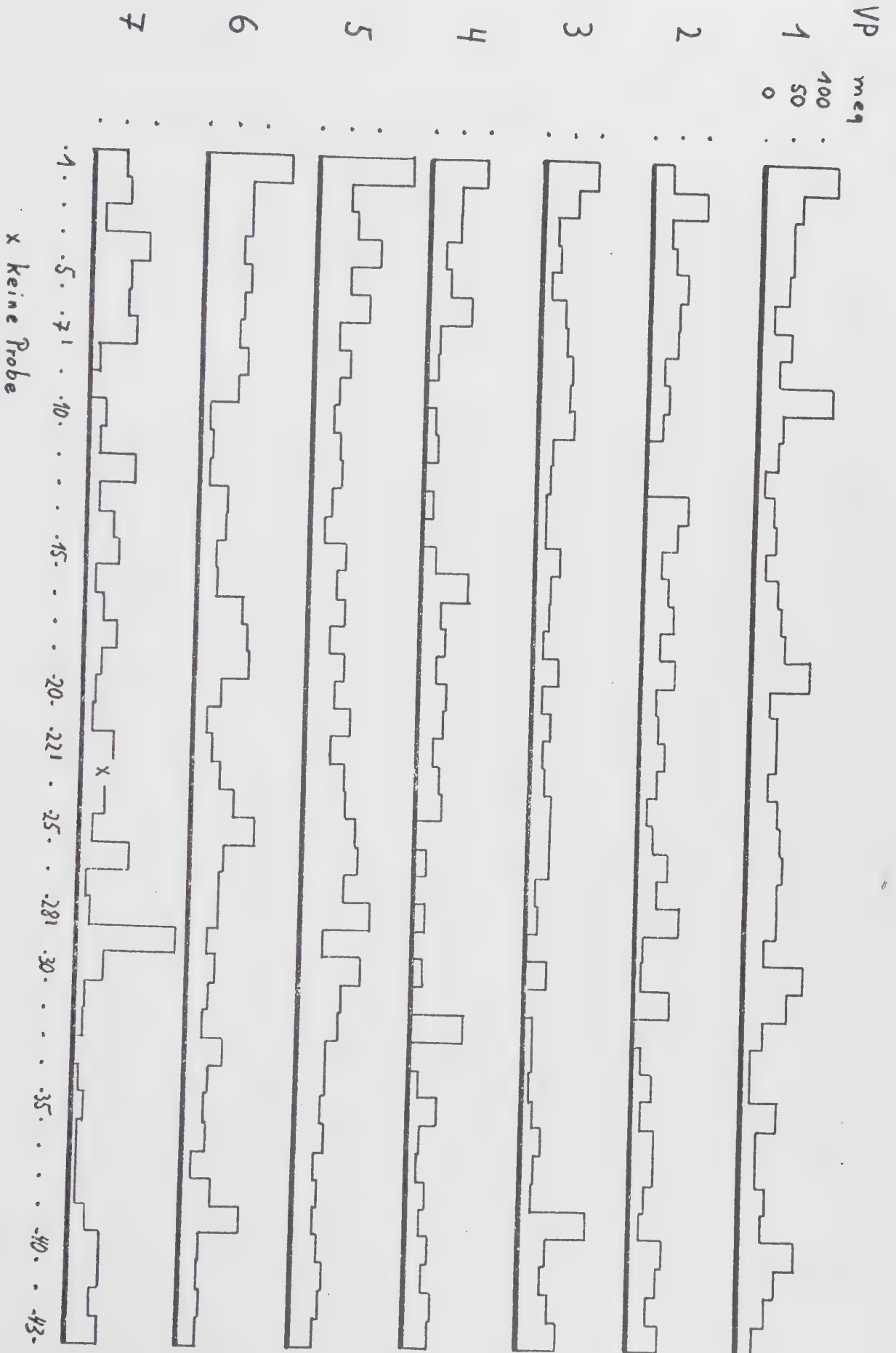
Für einzelne Spitzen in den Ionen-Ausscheidungskurven können keine entsprechenden Anhaltspunkte bei der Flüssigkeitsaufnahme, Harnabgabe, Kreatininabgabe oder in der Gewichtstabelle gefunden werden.

Vergleicht man die addierten Ausscheidungswerte der einzelnen Versuchsphasen (2. und 4. Phase, 3. Phase und die letzten 6 Tage der 4. Phase), so ergibt sich für Na keine erkennbare Tendenz (Abb. 17), während die K- und Ca-Werte eine abfallende Tendenz zeigen (Abb. 18 und 19), die jeweils nur an einer Stelle durchbrochen wird. Der geringe Unterschied im Ionengehalt der Nahrung während der einzelnen Versuchsphasen kommt bei einem Vergleich nicht zum Ausdruck.

Wie schon beim grafischen Vergleich der Kreatininausscheidung kommt auch beim Vergleich der Ionenausscheidung während einzelner Versuchsphasen

(Abb. 17 - 19) der Unterschied, daß Versuchsperson 1 - 3 in der 2. Phase maltosereiche und VP 4 - 7 saccharosereiche Formeldiät zu sich nahmen und dies in der 4. Phase umgekehrt, nicht zur Auswirkung.

Natriumausscheidung pro 24 Stunden



Zu Abbildung 14

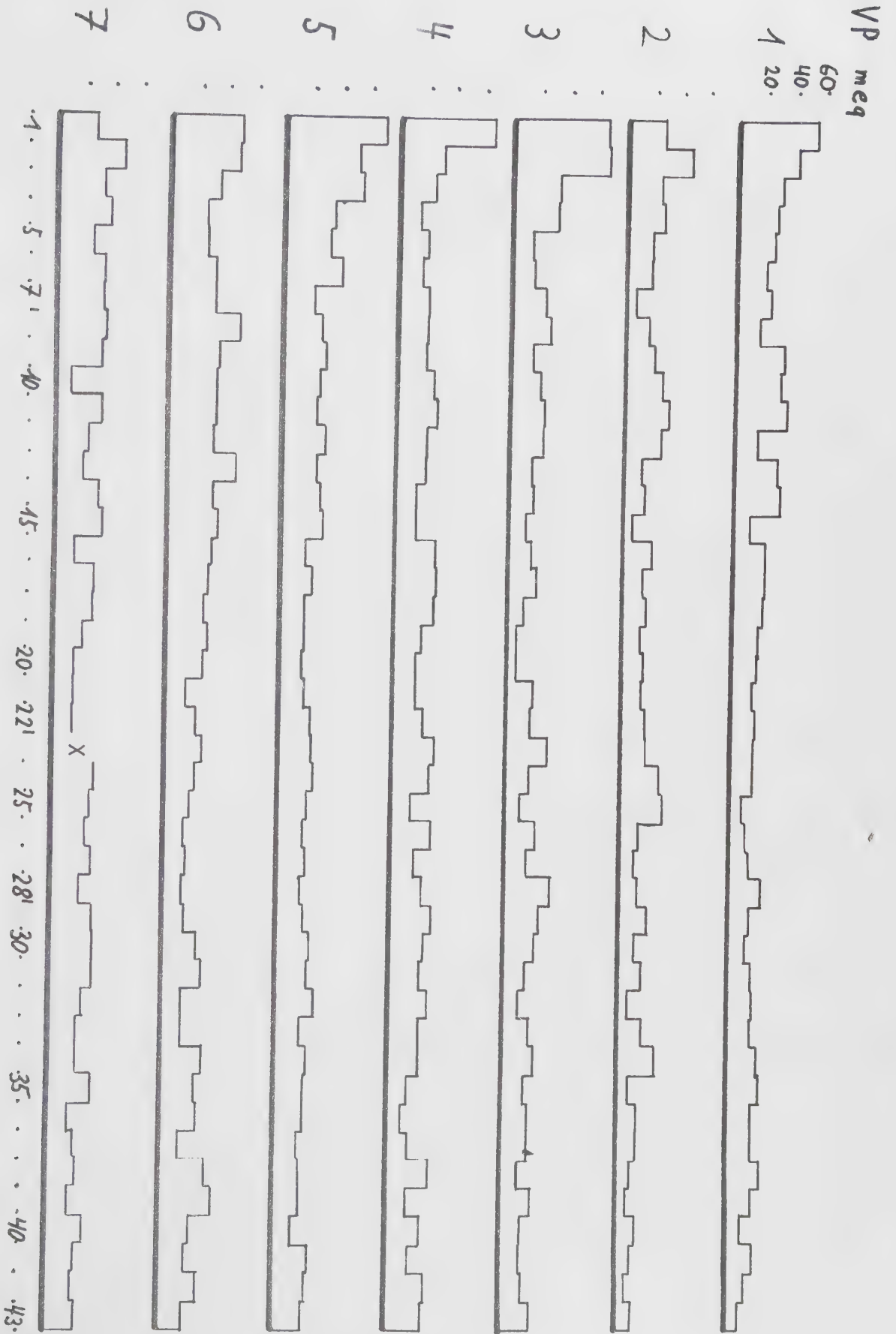
Natriumausscheidung pro 24 Stunden in m Val

Versuchs- tag	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7
1	132	36	94	96	161	143	54
2	71	97	59	50	51	77	64
3	56	33	25	50	68	74	20
4	56	41	30	23	106	62	97
5	49	66	16	32	52	78	64
6	22	44	42	71	88	68	60
7	55	45	45	14	32	57	78
8	31	27	56	12	54	70	13
9	130	36	50	0	38	56	0
10	40	21	62	11	30	7	37
11	34	0	26	17	43	17	17
12	9	0	20	0	47	10	81
13	31	78	16	8	27	41	18
14	36	57	12	0	15	41	41
15	18	28	40	19	56	24	54
16	37	40	24	75	40	26	14
17	49	50	24	27	58	72	36
18	56	29	17	39	32	81	54
19	102	55	41	23	58	85	30
20	30	24	15	43	40	38	23
21	46	29	29	37	72	14	14
22	47	41	19	19	35	23	54
23	31	28	26	34	62	41	keine Probe
24	49	13	35	39	65	64	41
25	54	21	34	0	84	104	23
26	61	50	36	13	91	52	88
27	51	36	8	0	67	44	11
28	50	77	15	12	119	43	22
29	31	12	0	0	30	22	177

noch Abbildung 14

Versuchs- tag	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7
30	104	7	36	91	100	40	47
31	75	60	0	0	66	30	161
32	30	0	9	84	61	17	130
33	7	8	9	0	43	56	0
34	8	33	4	8	44	33	8
35	61	10	18	44	35	28	19
36	20	37	32	13	41	31	8
37	21	34	18	94	23	6	8
38	43	20	15	24	30	44	4
39	35	13	118	15	27	96	26
40	93	58	44	31	36	27	52
41	61	45	36	21	49	22	53
42	44	24	51	42	42	29	36
43	20	50	67	36	30	22	53

Kaliumausscheidung pro 24 Stunden



Zu Abbildung 15

Kaliumausscheidung pro 24 Stunden in m Val

Versuchs- tag	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7
1	55	27	66	64	71	49	27
2	42	46	68	32	53	47	46
3	31	23	34	26	55	35	34
4	27	26	33	14	37	23	39
5	24	19	16	19	33	24	25
6	20	19	18	17	40	32	36
7	23	7	23	21	21	32	35
8	16	17	27	20	26	48	36
9	32	21	18	19	28	37	31
10	29	28	22	24	24	34	10
11	34	32	24	27	23	33	33
12	16	24	22	21	28	30	22
13	28	13	17	21	22	45	19
14	31	15	18	16	25	28	29
15	10	4	12	16	27	34	34
16	21	21	17	27	15	29	14
17	21	14	19	28	20	27	27
18	20	17	11	27	17	23	25
19	17	13	7	19	16	28	19
20	17	16	7	14	15	23	16
21	14	15	18	15	17	14	16
22	16	16	17	21	21	20	13
23	14	18	27	28	21	24	keine Probe
24	14	29	16	24	22	19	28
25	84	30	11	13	19	17	25
26	10	15	21	26	18	13	22
27	13	10	16	17	19	16	25
28	21	12	30	20	16	14	19
29	12	19	22	28	17	16	27

noch Abbildung 15

Versuchs- tag	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7
30	9	10	20	22	22	22	28
31	14	17	16	20	20	25	28
32	15	5	9	26	24	13	22
33	14	18	17	19	17	12	18
34	19	25	20	19	20	26	18
35	20	8	15	13	18	22	32
36	16	15	17	9	17	26	14
37	16	15	17	15	15	11	18
38	22	9	9	28	17	29	19
39	14	5	19	12	17	36	15
40	8	13	13	22	11	19	24
41	17	10	12	14	23	17	19
42	11	4	12	25	21	24	16
43	6	12	20	22	19	17	21

Calciumausscheidung pro 24 Stunden



Zu Abbildung 16

Calciumausscheidung pro 24 Stunden in mg

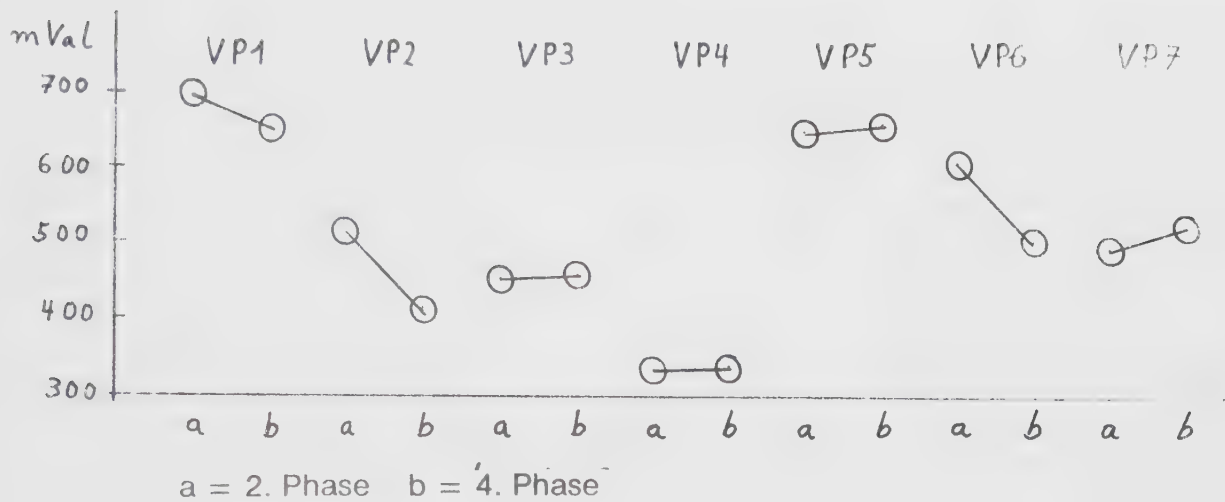
Versuchs- tag	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7
1	211	164	132	115	242	209	108
2	269	293	298	163	230	210	271
3	294	165	239	302	316	245	223
4	288	250	306	118	481	294	293
5	341	198	115	130	150	277	184
6	334	289	299	125	432	296	260
7	314	214	332	227	248	243	260
8	230	352	420	307	468	382	249
9	288	297	324	296	292	336	315
10	224	266	312	246	288	252	150
11	306	288	117	255	230	174	278
12	216	312	231	236	333	215	216
13	351	273	198	194	292	262	306
14	377	308	336	237	205	198	347
15	156	170	264	211	265	210	396
16	267	310	316	255	245	170	226
17	277	140	360	221	290	252	362
18	280	162	313	299	175	290	344
19	277	279	201	242	319	312	302
20	195	167	84	305	198	237	353
21	308	197	255	188	288	216	238
22	272	207	342	215	283	195	180
23	196	252	299	204	335	228	keine Probe
24	215	171	165	273	267	243	304
25	258	280	128	133	276	360	322
26	329	222	182	195	301	189	231
27	255	202	204	133	325	347	253
28	195	204	291	183	273	286	239
29	250	329	264	168	216	218	305

noch Abbildung 16

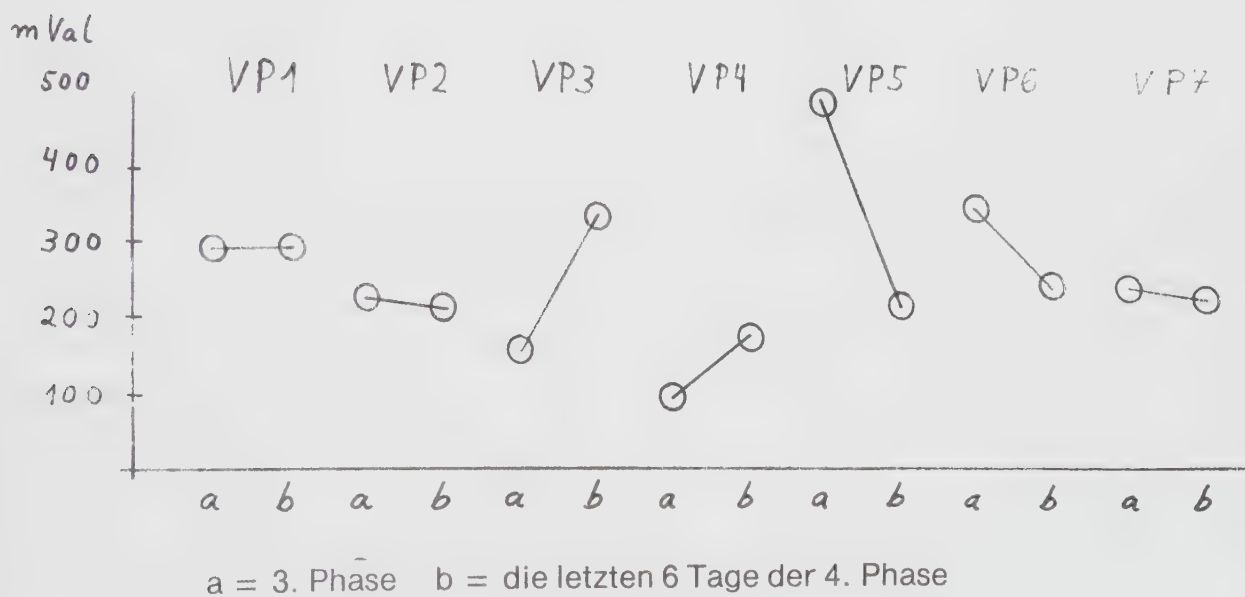
Versuchs- tag	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7
30	254	149	250	209	340	232	295
31	235	150	276	161	216	118	225
32	222	99	261	226	244	183	221
33	195	278	228	168	205	122	156
34	232	222	294	120	224	196	211
35	290	86	248	143	245	194	209
36	164	180	294	162	269	185	153
37	276	155	230	132	157	145	160
38	205	192	153	136	165	179	176
39	130	156	376	142	197	200	144
40	174	273	265	191	159	68	193
41	280	228	228	140	154	174	161
42	187	133	306	180	203	191	168
43	135	277	241	126	126	131	267

Natriumausscheidung

2. und 4. Phase im Vergleich

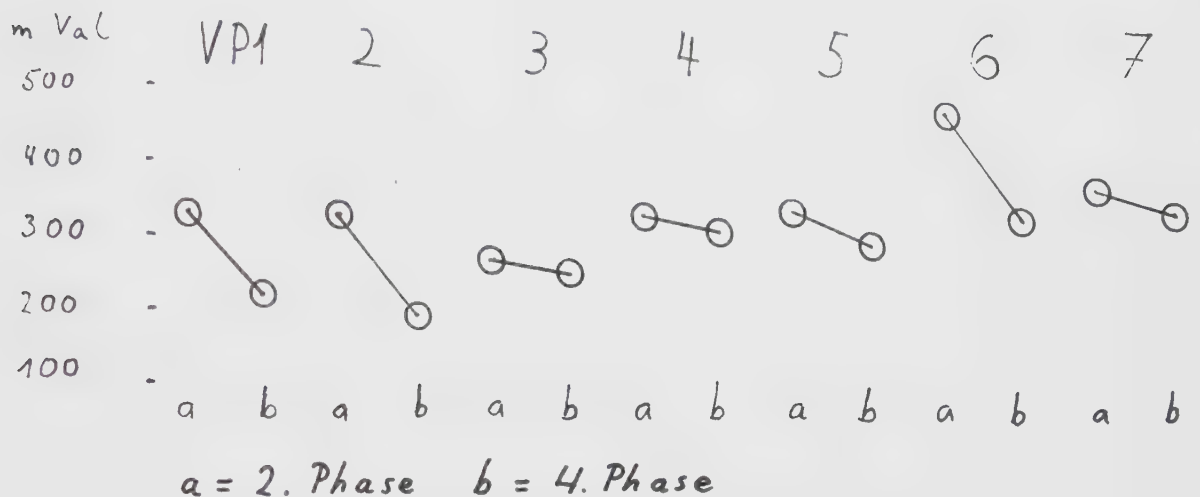


3. Phase und die letzten 6 Tage der 4. Phase im Vergleich

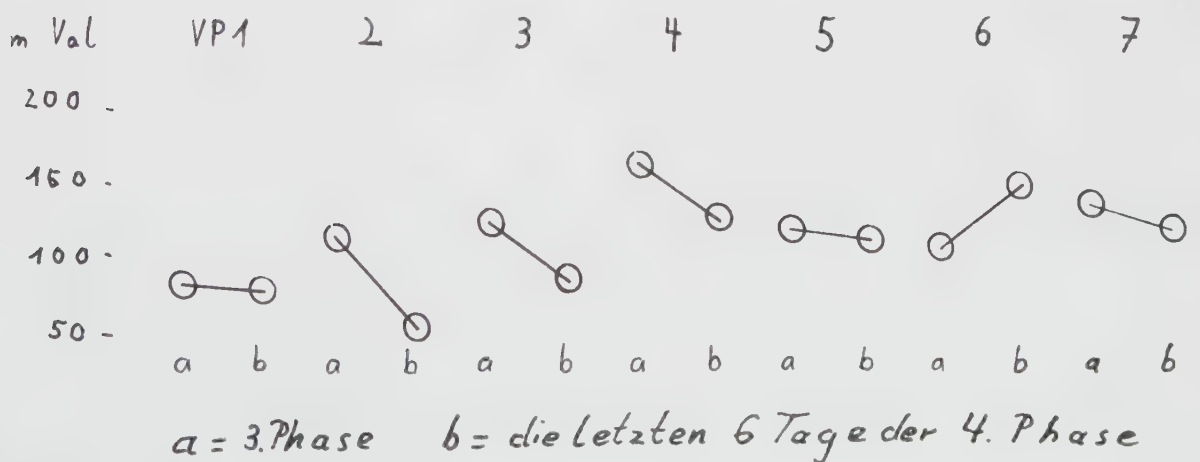


Kaliumausscheidung

2. u. 4. Phase im Vergleich



3. Phase und die letzten 6 Tage der 4. Phase im Vergleich



Calciumausscheidung

2. u. 4. Phase im Vergleich



3. Phase und die letzten 6 Tage der 4. Phase im Vergleich



b = die letzten 6 Tage der 4. Phase

Zu Abbildung 17

Na Ionen

Vergleich der Ionen-Ausscheidung

	<u>2.Phase</u>		+	<u>4.Phase</u>			<u>3.Phase</u>	letzten 6 Tg.d. <u>4.Phase</u>
VP 1	702,1	m Val.		657,4	m Val.	- 44,7	297,3	297,8 + 0,5
VP 2	518,3	"		416,5	"	- 101,8	227,2	212,5 - 14,7
VP 3	454,5	"		461,3	"	+ 6,8	155,4	332,2 + 176,8
VP 4	334,7	"		340,2	"	+ 5,5	99,1	171,0 + 71,9
VP 5	650,0	"		661,7	"	+ 11,7	488,2	215,3 - 272,9
VP 6	609,4	"		509,8	"	- 99,6	349,4	242,4 - 107,0
VP 7	497,8	"		524,3	"	+ 26,5	240,2 ^x	226,2 - 14,0

zu Abbildung 18

K' Ionen

VP 1	328,7	m Val.		220,0	m Val.	- 108,7	83,3	81,8 - 1,5
VP 2	319,0	"		192,5	"	- 126,5	114,1	56,9 - 57,2
VP 3	263,9	"		244,6	"	- 19,3	124,0	87,6 - 36,4
VP 4	320,2	"		301,3	"	- 18,9	163,4	125,5 - 37,9
VP 5	329,7	"		285,0	"	- 44,7	117,6	110,9 - 6,7
VP 6	459,4	"		317,7	"	- 141,7	105,1	144,5 + 39,4
VP 7	350,8	"		327,3	"	- 23,5	135,5 ^x	117,9 - 16,6

zu Abbildung 19

Ca Ionen

VP 1	4024	m gr.		3227	m gr.	- 797	1448	1111 - 337
VP 2	3746	"		2907	"	- 839	1331	1259 - 72
VP 3	4273	"		3914	"	- 159	1269	1569 + 300
VP 4	3707	"		2440	"	- 1267	1121	951 - 17
VP 5	4171	"		3120	"	- 1051	1777	1004 - 773
VP 6	3701	"		2536	"	- 1165	1653	943 - 710
VP 7	4262	"		3044	"	- 1218	1529 ^x	1109 - 420

^xDer bei VP 7 fehlende Wert vom 23. Versuchstag ist entsprechend dem Durchschnitt dieser Versuchsperiode ergänzt worden.

5. Gewichtsbestimmung

Alle Versuchspersonen haben während der 43-tägigen Versuchsdauer an Gewicht verloren. Nur die Versuchsperson 7 (hagerer Körperbau mit dem geringsten Ausgangsgewicht) bildet eine Ausnahme mit einer geringen Gewichtszunahme von 100 gr.

Bei den anderen Versuchspersonen lag der Gewichtsverlust zwischen 0,3 kg bei VP 4 und 3,6 kg bei VP 3. (Siehe Abb. 20).

Der Gewichtsverlust verteilt sich stärker auf die ersten drei Versuchsphasen. Diese allgemein abfallende Tendenz des Gewichts zeigt auch die Ausscheidungskurven für Kalium- und Calcium-Ionen, aber die jeweiligen Ausnahmen entsprechen einander nicht, sodaß nicht auf eine direkte Abhängigkeit geschlossen werden kann.

Abbildung 2o

	1.Periode	2.Periode	3.Periode	4.Periode
VP 1	Gew.1 = 70,0 Gew.2 = 69,7 $\Delta G = -0,3$	Gew.1 = 69,7 Gew.2 = 68,9 $\Delta G = -0,8$	Gew.1 = 68,9 Gew.2 = 68,5 $\Delta G = -0,4$	Gew.1 = 68,5 Gew.2 = 67,8 $\Delta G = -0,7$
			gesamte Gewichtsänderung	-2,2
VP 2	Gew.1 = 74,5 Gew.2 = 73,6 $\Delta G = -0,9$	Gew.1 = 73,6 Gew.2 = 72,6 $\Delta G = -1,0$	Gew.1 = 72,6 Gew.2 = 71,8 $\Delta G = -0,6$	Gew.1 = 71,8 Gew.2 = 72,7 $\Delta G = +0,9$
			gesamte Gewichtsänderung	-1,8
VP 3	Gew.1 = 75,4 Gew.2 = 74,8 $\Delta G = -0,6$	Gew.1 = 74,8 Gew.2 = 74,1 $\Delta G = -0,7$	Gew.1 = 74,1 Gew.2 = 73,4 $\Delta G = -0,7$	Gew.1 = 73,4 Gew.2 = 71,8 $\Delta G = -1,6$
			gesamte Gewichtsänderung	-3,6
VP 4	Gew.1 = 66,0 Gew.2 = 66,0 $\Delta G = +0,0$	Gew.1 = 66,5 Gew.2 = 66,2 $\Delta G = -0,3$	Gew.1 = 66,2 Gew.2 = 65,5 $\Delta G = -0,7$	Gew.1 = 65,5 Gew.2 = 65,7 $\Delta G = +0,2$
VP 5	Gew.1 = 81,0 Gew.2 = 80,0 $\Delta G = -1,0$	Gew.1 = 80,0 Gew.2 = 79,4 $\Delta G = -0,6$	Gew.1 = 79,4 Gew.2 = 79,3 $\Delta G = -0,1$	Gew.1 = 79,3 Gew.2 = 78,5 $\Delta G = -0,8$
			gesamte Gewichtsänderung	-2,5
VP 6	Gew.1 = 75,0 Gew.2 = 74,4 $\Delta G = -0,6$	Gew.1 = 74,4 Gew.2 = 74,2 $\Delta G = -0,2$	Gew.1 = 74,2 Gew.2 = 73,8 $\Delta G = -0,4$	Gew.1 = 73,8 Gew.2 = 73,7 $\Delta G = -0,1$
			gesamte Gewichtsänderung	-1,3
VP 7	Gew.1 = 62,0 Gew.2 = 62,5 $\Delta G = +0,5$	Gew.1 = 62,5 Gew.2 = 61,9 $\Delta G = -0,6$	Gew.1 = 61,9 Gew.2 = 61,4 $\Delta G = -0,5$	Gew.1 = 61,4 Gew.2 = 62,1 $\Delta G = +0,7$
			gesamte Gewichtsänderung	+0,1

D Diskussion

Die zur Bestimmung des Harnstatus angewandte Methode war aufgrund ihrer einfachen Ausführung und ihrer Zuverlässigkeit sehr vorteilhaft.

Nach Müller Seifert (4) werden die Ergebnisse der Schnelltest-Streifen-Methoden sehr günstig beurteilt. Bei der Untersuchung des Harns auf Eiweiß ergaben Vergleiche zwischen Teststreifen und Kochprobe eine "beachtliche" Zuverlässigkeit.

Bei der Kreatininausscheidung im Harn - bestimmt nach der Methode von Popper, Mandel, Mayer (1) - fallen Nicht-Kreatinin-Chromogene, da sie hier im Gegensatz zum Serum nur in geringer Menge vorkommen, nach Kleinschmidt und Hänze (5) kaum ins Gewicht. Jedoch ist der Kreatiningehalt im Urin von der Nahrungszufuhr abhängig. So beobachteten Miller und Blyth (6) Fastenexperimenten ein signifikantes Absinken der Ausscheidung und ebenso Bleiler und Schedel (7) beim Übergang von Fleischnahrung zu Formeldiät.

Die beiden letztgenannten Autoren konnten auch eine Differenz der Kreatininausscheidung im Sitzen und bei starker körperlicher Betätigung feststellen. Ein geringes Ansteigen bei körperlicher Betätigung stellten auch van Pilsum und Seljeskog (13) fest.

Während Hallauer und Mitarbeiter (8) dagegen eine gute Übereinstimmung der Werte im Liegen und körperlicher Bewegung auch in kurzen Harnsammelperioden fanden, berichten Winter, Eisfeld und Knauth (9) und Heidelmann, Koch und Haake (10) über die Abhängigkeit der Ausscheidung von der Diurese. Die somit bei steigendem Harnfluß erhöhten Kreatininwerte ergaben dann auch höhere Clearancewerte.

Dagegen hält Wang (11) die Kreatininausscheidung für unabhängig vom Harnvolumen.

Vestergard und Leverett (12) schreiben, daß sie von der Diät wenig beeinflusst würde.

1905 hatte Folin (2) angenommen, daß die Kreatininbestimmung im 24-Stunden-Sammelurin ein genauer Anzeiger dafür sei, ob dieser vollständig gesammelt worden sei.

Erst 1969 schrieben Eduard, Bayliss und Miller (3) nach Untersuchungen am Westminster Hospital in London, daß die Kreatininbestimmung nur eine ungenügende Anzeige für die Vollständigkeit des 24-Stunden-Sammelurins darstellt. Sie erklärten die unterschiedliche Kreatininmenge damit, daß entweder die Umsetzung von Kreatin in Kreatinin pro Tag unterschiedlich sei, oder die renale Rückresorption differiert.

Auch die eigenen Resultate zeigen von der Urinmenge unabhängige größere Schwankungen bei der Kreatininausscheidung. Es ist nicht anzunehmen, daß diese Schwankungen auf die bei einigen Versuchspersonen vorkommenden Unregelmäßigkeiten in der Einnahme der Formeldiät zurückzuführen sind. Auch das meist gleichmäßige geringe Absinken des Körpergewichts von durchschnittlich 1,6 kg über 43 Versuchstage kann die Ergebnisse der Kreatininausscheidung nicht wesentlich beeinflußt haben. Ebenso war die körperliche Beanspruchung der einzelnen Versuchspersonen während der Versuchsdauer gleichmäßig und entsprach der sonst gewohnten Belastung, so daß von dieser Seite keine Beeinträchtigungen des Ergebnisses abgeleitet werden können. Damit wird die Meinung von Eduard, Bayliss und Miller bestätigt, daß die Kreatininausscheidung kein exakter Anzeiger für die Vollständigkeit des 24-Stunden-Sammelurins ist.

Die Bestimmung der Na^+ , K^+ und Ca^{++} Ionen im Harn durch den Autoanalyser ergab Durchschnittswerte, die unterhalb der Normwerte liegen.

Die Ionenabgabe des gesunden Körpers ist aber, um eine ausgeglichene Bilanz zu erhalten, von dem Ionengehalt der eingenommenen Nahrung abhängig.

Die Bilanz für Natrium beträgt:

Durchschnittliche Einnahme durch Formeldiät und Getränke:

72 meq pro Tag

Durchschnittliche Ausscheidung im Harn:

36 meq pro Tag

Verbleiben noch 36 meq für die Ausscheidung im Schweiß, die hier nicht geprüft wurde, aber den von F.Müller und O.Seifert im Taschenbuch der med.-klin. Diagnostik (4) angegebenen Werten bei geringer körperlicher Tätigkeit entsprechen.

Die Bilanz für Kalium

Einnahme durch Formeldiät und Getränke:

27 meq pro Tag

Durchschnittliche Ausscheidung im Harn:

21 meq pro Tag

Die verbleibenden 6 meq pro Tag entsprechen wieder dem Normwert für die Kaliumverluste durch Schweiß - nach F. Müller und O. Seifert (4).

Die ausgeglichene Kaliumbilanz läßt keine intrazelluläre Volumenänderung erwarten.

Die Calciumbilanz ist schlecht bestimmbar, da ein hoher Anteil des überschüssigen Calciums mit dem Kot ausgeschieden wird.

Einnahme durch Formeldiät und Getränke:

950 mg pro Tag

Durchschnittliche Ausscheidung im Harn:

233 mg pro Tag

Der Normwert für die Ausscheidung im Kot beträgt 700 mg pro Tag. Setzt man diesen Wert ein, ist auch die Calciumbilanz ausgeglichen.

Die ausgeglichene Bilanz des Ionenhaushaltes wird durch die geringen Schwankungen des Körpergewichts bestätigt.

Der Verlust von durchschnittlich 1,6 kg Körpergewicht kann auf die nicht immer vollständige Einnahme der Formeldiät und auf den gegenüber der Normalnahrung geringeren Na Cl-Gehalt der Formeldiät zurückgeführt werden.

Walter M. Bortz et al. (15) schreibt dazu nach Versuchen mit Formeldiät über den Zusammenhang zwischen Fett, Kohlehydraten, Salz und Gewichtsverlust: (Die tägliche Kalorienzahl wurde bis auf 800 reduziert).

Ein Unterschied in der Größe des Gewichtsverlustes zwischen Fett- und Kohlehydratdiät sei abhängig von der Salz- und Flüssigkeitsretentionskapazität der eingenommenen Kohlehydrate. Über eine längere Versuchsdauer bleibe aber jede eingenommene Kalorie gleichwertig, unabhängig davon in welcher Form der Körper sie aufgenommen hat.

E Zusammenfassung

In einem sechswöchigen Ernährungsversuch wurde der Einfluß kohlehydratreicher Formeldiät mit Saccharose oder Maltose auf die Kreatinin- und Elektrolyt-Ausscheidung im Harn untersucht.

Die sieben männlichen Versuchspersonen nahmen in vier unterschiedlichen Ernährungsperioden täglich 3000 Kcal zu sich. Der Kohlehydratanteil bestand dabei abwechselnd aus Dextrosin, Maltose und Saccharose. Die Formeldiät war vollwertig und in ihrer Zusammensetzung genau definiert.

Im einzelnen wurden untersucht: Die Flüssigkeitsaufnahme, das Harnvolumen, der Harnstatus, die Kreatininausscheidung im Harn, die Na^+ , K^+ und Ca^{++} Ionenausscheidung im Harn, das Körpergewicht.

Die Flüssigkeitsaufnahme und die Harnabgabe zeigen während der Versuchsdauer keine abnormen Veränderungen. Alle korrespondierenden Werte liegen innerhalb der Toleranzgrenze. Die Auswertung des Harnstatus ergab für alle Testpersonen eine einwandfreie Nierenfunktion. Die Kreatininausscheidung war größeren Schwankungen unterworfen, deren Abhängigkeit nicht geklärt werden konnte. Bestätigt wurde hierdurch die Ansicht von Eduard, Bayliss und Millen (3), daß man aufgrund der Kreatininausscheidung im Urin keine Rückschlüsse auf das Harnvolumen oder die Vollständigkeit des 24-Stunden-Sammelurins ziehen kann. Der ausgeglichene Ionenhaushalt ließ übereinstimmend mit der tägl. Gewichtsprüfung keine Anhaltspunkte für einen nachteiligen Einfluß der Formeldiät erkennen.

F Literaturverzeichnis

- (1) Popper H., Mandel E., Mayer H.: Biochem. Zschr. 291, 354 (1937)
- (2) Folin O.: Am. J. Physiol 13, 45 (1905)
- (3) Eduard O.M., R.3.S. Bayliss und Millen S.: The Lancet 29 1165 (1969)
- (4) Müller F., Seifert O.: Taschenbuch der Medizinisch-Klinischen Diagnostik (H.v.Kress, München, Verlag von Bergmann) 280 (1966) (1975)
- (5) Kleinschmidt A., Hänze S.: Erg. inn. Med. 14, 239 (1960)
- (6) Miller A.T. und Blyth C.S.: J. Appl. Physiol 5, 945 (1962)
- (7) Bleiler R. und Schedel H.: J. Lab. Clin. Med. 59, 945 (1962)
- (8) Hallauer W., Hauk H., Willmann H. und Schirrmeister J.: Verh. Dtsch. Ges. inn. Med. 71, 680 (1965)
- (9) Winter K.A., Eisfeld G. und Knauth Th.: Zschr. inn. Med. 62, 621 (1956)
- (10) Heidelmann G., Koch E. und Haake M.: Verh. Dtsch. Ges. inn. Med. 62, 621 (1956)
- (11) Wang E.: Acta. med. scand. 105 (1939)

- (12) Vestergard P., Leverett R.J.: Lab. clin.
Med. 51, 211 (1958)

- (13) Van Pilsum J.F., Seljeskog E.L.: Proc. Soc.
Exp. Biol. Med. 97, 270 (1958)

- (14) Ahrens E.H., Lentine R., Luft R.: Advances
in Metabolic Disorders Acad. Press New York-
London (1970)

- (15) Bortz Walter M., Howat P., Holmes W.L.:
The American Journal of Clinical Nutrition
Vol. 21 No. 11 November 1968 pp. 1291 - 1301

Herrn Priv. Doz. Dr. G. Wolfram möchte ich
für die Überlassung der Arbeit und die
freundliche Unterstützung bei der Durch-
führung besonders danken.

Lebenslauf =====

Am 2. Juli 1946 wurde ich, Franz-Ludwig Deister, als Sohn des Regierungsbaudirektors Franz Deister und seiner Ehefrau Elfriede Deister, geb. Reichertz in Hannover geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in Isernhagen bei Hannover machte ich 1966 auf dem neusprachlichen Gymnasium in Groß Burgwedel bei Hannover mein Abitur.

Nach drei Jahren Dienstzeit bei der Bundeswehr studierte ich zunächst ein Semester Biologie und Chemie für das höhere Lehrfach an der T. Universität Hannover.

Im April 1970 begann ich an der Universität in München mit dem Studium der Zahnmedizin und bestand dort im März 1971 das Vorphysikum und im Oktober 1972 das Physikum.

Nach zehn Semestern legte ich im Juli 1975 das Staatsexamen ab.

